

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院	電気通信学研究科	量子・物質工学専攻	博士前期課程
氏 名	佐藤 彰		学籍番号	0633022
論 文 題 目	CdS, CdSe 量子ドットを吸着したナノ構造 TiO ₂ 電極の分光増感特性と過渡応答評価			

【緒言】近年、安価で簡便に作製可能な太陽電池として、二酸化チタン (TiO₂) ナノ構造電極に有機色素を増感剤として吸着した色素増感太陽電池 (DSSC) が注目されている。一般的に、DSSC の増感剤には有機色素系が適用されているが、近年、半導体量子ドットが新規な増感剤として注目されている。半導体量子ドットは、光吸収係数が大きい、光吸収領域を調整できる等の特徴を持つ。本研究では、増感剤として可視光吸収特性に優れた CdS、CdSe の 2 つの量子ドットを用い、ナノ構造 TiO₂ 基板に吸着した光電極を作製し、光吸収、光電流、過渡応答特性の評価から光電変換特性の検討を行うことを目的とした。

【結果と考察】図 1 に CdS 系、CdSe 系、CdS/CdSe 系の PA スペクトルを示す。半導体量子ドットの吸着によって、可視光における光吸収を確認でき、CdSe 系の吸収領域は CdS 系よりも 0.5 eV 程度低エネルギー側に拡大した。また、TiO₂/CdSe 4h と TiO₂/CdS 10/CdSe 4h の PA スペクトルはほぼ重なった。PA スペクトルの肩の位置 (↓) を CdSe 量子ドットの第一励起エネルギー (E_I) と仮定すると、TiO₂/CdSe 4h、TiO₂/CdS 10/CdSe 4h 共に 2.24 eV であった。 E_I を用いて有効質量近似法から CdSe の平均粒径を見積ると 5.5 nm であり、CdSe のボーア半径が 5.6 nm であることから、これらの系において量子サイズ効果の発現が示唆された。図 2 に CdS 系、CdSe 系、CdS/CdSe 系の電流変換量子効率 (IPCE) スペクトルを示す。CdS/CdSe 系において、CdS と CdSe 系の 2 つのスペクトルを足し合わせたスペクトルが得られた。IPCE 値は 2.0~3.5 eV の広い領域に渡り、50 % 以上を示した。CdS では分光増感が生じない 2.0~2.4 eV における IPCE 値が上昇し、これは CdS と CdSe 量子ドットを複合したことにより、CdSe 量子ドットにおける電荷分離が促進されたことを示唆している。図 3 に CdSe 系、CdS/CdSe 系の過渡回折格子法 (TG) の信号波形を示す。2 つの試料の TG 応答波形はほぼ重なった。IPCE の結果から CdS/CdSe 系においては、電荷分離が促進されていると考えられ、その寄与が TG 信号に反映されると予想したが、2 つの波形はほぼ一致した。したがって、数十ピコ秒の領域においては、CdSe 系、CdS/CdSe 複合系におけるキャリアの緩和過程は等しいことが示唆された。

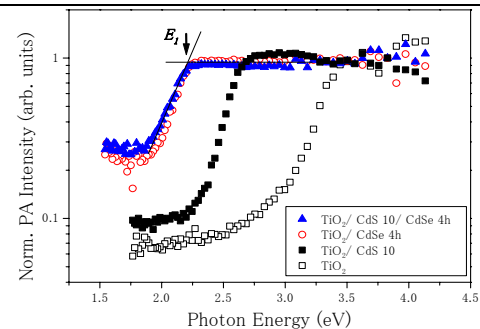


図 1 CdS 系、CdSe 系、CdS/CdSe 系の PA スペクトル

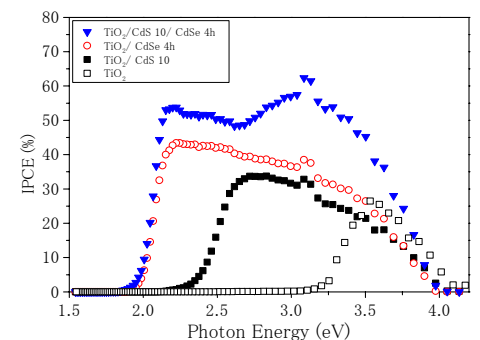


図 2 CdS 系、CdSe 系、CdS/CdSe 系の IPCE スペクトル

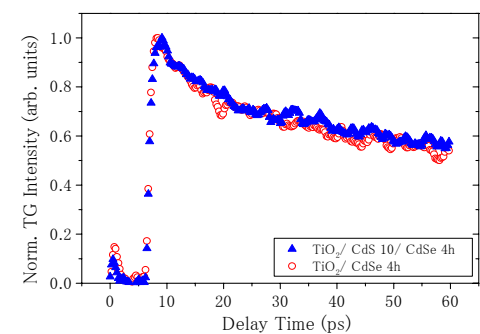


図 3 CdSe 系、CdS/CdSe 系の TG 応答波形